



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ENVOLVENTE TÉRMICA. CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES

3. MEDIDAS DE MEJORA EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA



1. INTRODUCCIÓN

El comportamiento energético de la envolvente térmica varía según el tipo de materiales que la conforman, ya sea por su distinta naturaleza (pétreos, cerámicos, metálicos, plásticos, etc.), por las distintas propiedades físicas de los mismos (densidad, conductividad térmica, calor específico, transmitancia, etc.) o por los sistemas constructivos empleados en la misma, de ahí su importancia en la realización de las certificaciones energéticas.

Por otro lado, la constante innovación de los materiales, la evolución y aparición de nuevas técnicas constructivas junto con la experiencia y el correcto criterio del técnico certificador tenderá a la construcción o rehabilitación de edificios energéticamente eficientes.

2. ENVOLVENTE TÉRMICA: CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES

Debido a la importancia que asume dentro de las certificaciones energéticas el análisis de la envolvente, se considera de vital importancia, recordar la definición que hace de la misma, así como la clasificación de sus componentes, el CTE DB-HE-1, el cual define como **envolvente térmica** del edificio, a aquella que está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

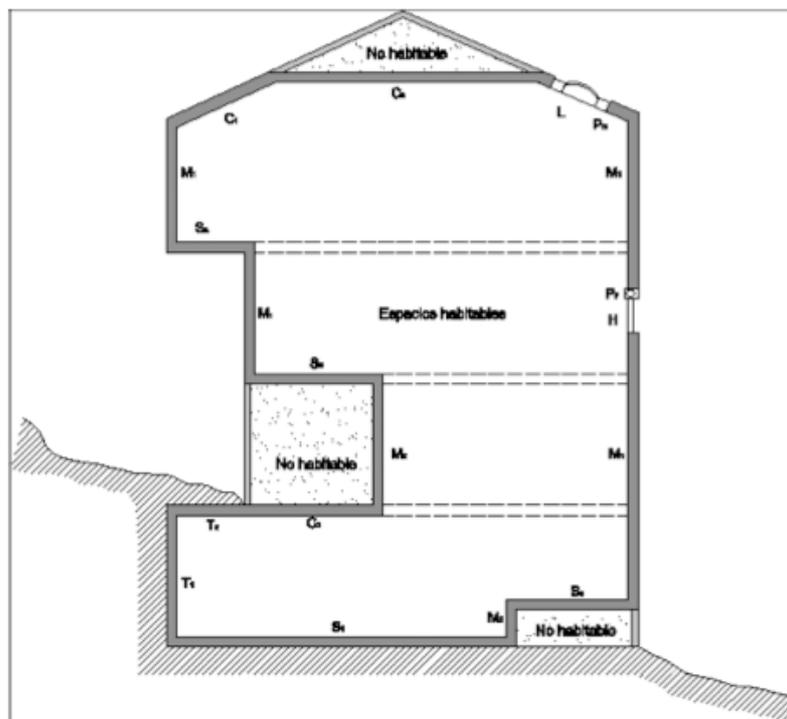


Figura 1. Esquema de envolvente térmica de un edificio

Los **cerramientos y particiones interiores** de los espacios habitables se clasifican según su *situación* en las siguientes categorías:

- CUBIERTAS: Comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.
- SUELOS: aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con espacio no habitable.

- **FACHADAS:** comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60º respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. del CTE DB- HE 1.
- **MEDIANERAS:** comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada
- **CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO:** comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.
- **PARTICIONES INTERIORES:** aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Los **cerramientos** de los **espacios habitables** se clasifican según su diferente *comportamiento térmico* y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- **CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE:**
 - PARTE OPACA, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.
 - PARTE SEMITRASPARENTE, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernario de cubiertas
- **CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO**, clasificados según los tipos:
 - SUELOS en contacto con el terreno;
 - MUROS en contacto con el terreno;
 - CUBIERTAS ENTERRADAS.



- **PARTICIONES INTERIORES** en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:
 - **PARTICIONES INTERIORES** en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).
 - **SUELOS** en contacto con cámaras sanitarias.

3. MEDIDAS DE MEJORA EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Las principales medidas que se adoptan para mejorar la eficiencia energética de la envolvente térmica del edificio, se asocian principalmente a las actuaciones sobre los siguientes elementos de la misma, que son:

- MEJORAS EN FACHADAS, mediante aislamiento térmico.
- MEJORAS EN CUBIERTAS, mediante aislamiento térmico.
- MEJORAS EN HUECOS, (carpinterías y vidrios) mediante disposición de nuevos elementos de carpintería.
- MEJORAS EN SUELOS, mediante aislamiento térmico.
- EVITAR LOS PUENTES TÉRMICOS.
- AÑADIR PROTECCIONES SOLARES A LA ENVOLVENTE TÉRMICA.

Se deduce de estas mejoras que los elementos expuestos de la envolvente térmica del edificio deben estar aislados de la mejor manera posible, de modo que se atenúe lo máximo posible la pérdida de energía del edificio y se reduzcan al máximo los puentes térmicos. El comportamiento térmico de los materiales constructivos vienen caracterizados por la transmitancia térmica (U), cuyo valor es la inversa de la resistencia térmica total (Rt), y en consecuencia a valores bajos de U implica mejor aislamiento

A tener en cuenta:

Valores **bajos** de U (W/m^2K) = mejor aislamiento
Valores **altos** de R = mejor aislamiento

A continuación, se enumerarán las medidas habituales que se adoptan para mejorar la eficiencia energética en los elementos descritos anteriormente de la envolvente.

3.1. MEJORAS EN FACHADAS

Las principales mejoras para aumentar la eficiencia energética en las fachadas de las envolventes, se basan en la incorporación de aislamientos, siendo éstas las más habituales, existiendo otras soluciones que emplean los mismos tipos de soluciones que también pueden utilizarse para obtener satisfactorios resultados.

Las mejoras propuestas en fachadas se clasifican en tres apartados principales:

3.1.1. Fachadas con aislamiento térmico por el exterior

Se trata de la incorporación, mediante distintos tipos de sistemas y de aislamientos utilizados, por el exterior de la fábrica de una capa de aislante térmico-acústico, que mejora las capacidades energéticas de la fachada.

- VENTAJAS

- Se evitan los puentes térmicos, impidiendo la formación de condensaciones superficiales en los paramentos.
- Aplicación con el edificio ocupado.
- No se reduce la superficie útil.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Para rehabilitaciones totales de fachadas.

- INCONVENIENTES

- Supone gran inversión económica.
- Trabajo especializado.
- Se necesitan permisos y licencias (no permitido en edificaciones protegidas)

Tanto el diseño de la instalación como de los sistemas que se emplean para la aplicación del aislamiento por el exterior necesitan de personal cualificado e instaladores autorizados.

Los principales sistemas utilizados son:

- Sistema mediante aislamiento de Poliestireno Expandido (EPS) por el exterior (SATE-ETICS).

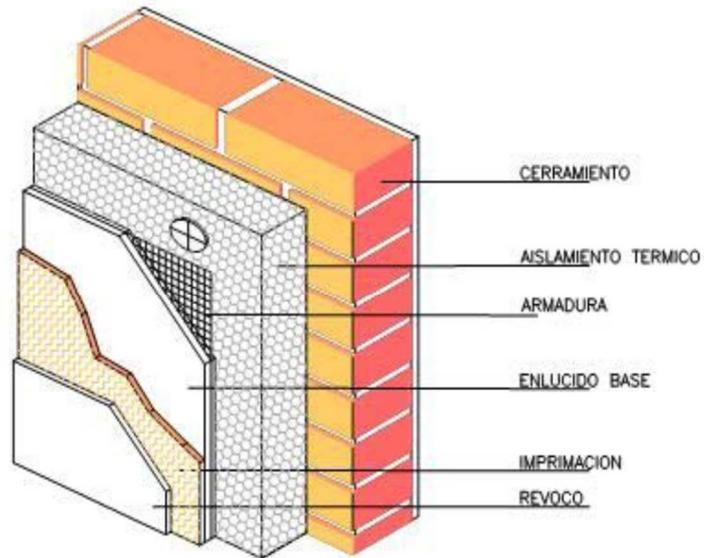


Figura 2. Esquema básico de aislamiento por el exterior mediante EPS

- Sistema de fachada ventilada con aislamiento de lana mineral (MW. Lana de vidrio o lana de roca).

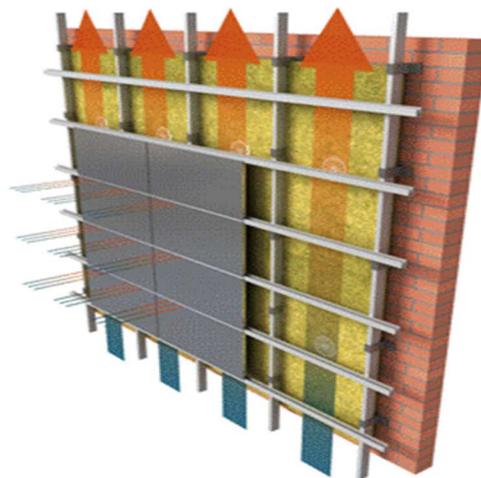


Figura 3. Esquema básico de aislamiento por el exterior mediante Lana Mineral

- Sistema de fachada para revestir directamente sobre plancha de Poliestireno Extruido (XPS) por el exterior (ETICS).

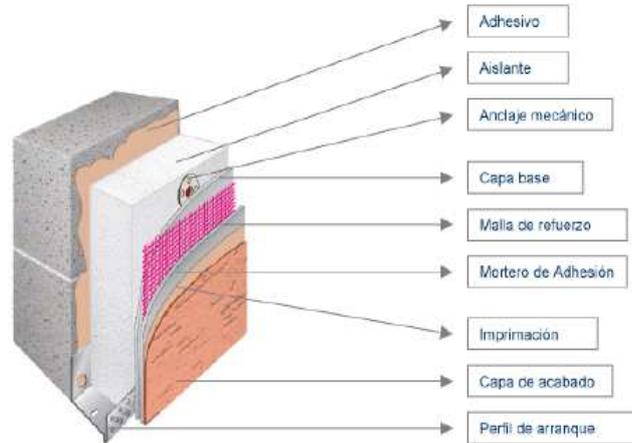


Figura 4. Esquema básico de aislamiento por el exterior mediante XPS

- Sistema de fachada con aislamiento de Espuma de Poliuretano Proyectado (PUR).



Figura 5. Aislamiento exterior de Poliuretano Proyectado

3.1.2. Fachadas con aislamiento térmico por el interior

Es la manera más económica de incorporar el aislamiento en el cerramiento, siendo recomendable en las intervenciones interiores de los edificios, cuando no importe la pérdida de superficie útil de los espacios a tratar y cuando no se actúe sobre el aspecto exterior de la edificación.

○ VENTAJAS

- Puede intervenir en locales y espacios específicos, sin tener que intervenir en la totalidad de la fachada del inmueble.
- Sistema más económico que la aplicación por el exterior.
- Calentamiento más rápido de la hoja interior.
- Facilidad de instalación.
- No afecta a la fachada exterior.
- Aumento del aislamiento térmico del soporte.
- No precisa de instalación de andamiaje exterior.
- Aplicable a cualquier tipo de fachada.

○ INCONVENIENTES

- Reducción de superficie útil.
- Dificultad para la corrección de puentes térmicos.
- Molestias para los usuarios.
- Riesgo de formación de condensaciones.

Los principales sistemas para la incorporación de los distintos tipos de aislamiento por el interior de los cerramientos son dos:

- Aislamiento y terminación aplicado directamente sobre el paramento.
- Aislamiento y terminación de fábrica sobre estructura auxiliar fijada al paramento.

Dentro de esta diferenciación reflejaremos en este documento las distintas variantes que presentan estos sistemas, según su forma de disposición en el cerramiento y según el aislamiento utilizado.

- Sistema de fachada con aislamiento térmico de poliestireno Expandido (EPS), con fijaciones adhesivas o mecánicas al soporte y acabado de placa de yeso laminado.

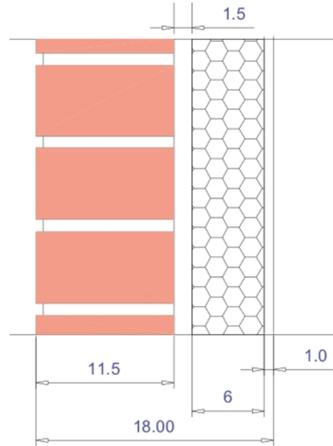


Figura 6. Aislamiento interior de Poliuretano Expandido

- Sistema de fachada con aislamiento térmico de lana Mineral (MW) y trasdosado autoportante de placas de yeso laminado sobre perfiles metálicos.

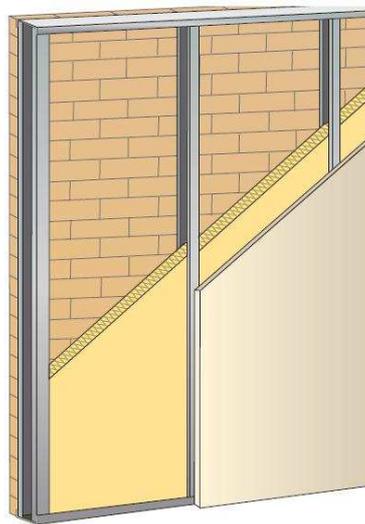


Figura 7. Trasdosado autoportante con lana mineral

- Sistema de fachada con aislamiento térmico de Poliestireno Extruido (XPS) para revestir con yeso in situ o placa de yeso laminado.

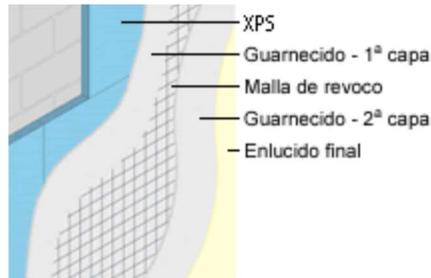


Figura 8. Trasdosado de fábrica con Poliestireno extruido

- Sistema de fachada con espuma de Poliuretano Proyectado (PUR) en la cara interior.

3.1.3. Fachadas con aislamiento térmico por inyección en cámaras

Es un sistema que se suele utilizar cuando se descarta intervenir en el exterior y no se quiere perder ningún metro de superficie útil en el interior, consiguiendo aumentar la eficiencia energética del cerramiento.

Este método inyecta la espuma de poliuretano por taladros en el exterior, espaciados unos 50 cms. Entre sí, aportando rigidez a la fachada.

Se ha de tener en cuenta al usar este método de impermeabilización que el llenado del volumen de la cámara puede verse distorsionado por elementos ocultos internos.

3.2. MEJORAS EN CUBIERTAS

Es el elemento más sensible y más sujeto a todos los agentes externos, con lo que al aplicar ciertas mejoras sobre las cubiertas obtendremos numerosas ventajas térmicas sobre la envolvente del edificio.

Las mejoras propuestas en cubiertas consisten principalmente en la incorporación de aislamiento térmico para reducir su transmitancia térmica, clasificándose en dos apartados principales:

3.2.1. CUBIERTAS CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR

Se trata de la incorporación, mediante distintos tipos de sistemas y de aislamientos utilizados, por el exterior de la cubierta de una capa de aislante térmico-acústico, que mejora las capacidades energéticas de la fachada.

○ VENTAJAS

- Se evitan la injerencia de los usuarios en todo el proceso.(en cubiertas no transitables o inclinadas)
- No se reduce la altura libre de la última planta.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.

○ INCONVENIENTES

- Afectará a la totalidad del inmueble.
- No accesible para los usuarios durante el proceso (cubierta transitable)

Los principales sistemas utilizados son:

- Sistema mediante aislamiento de Poliestireno Expandido (EPS) por el exterior. Cubierta invertida.

La cubierta invertida con EPS-h es un sistema de aislamiento que protege la lámina de impermeabilización de los cambios de temperatura y del deterioro de la cubierta. Con lo que el aislante debe ser resistente al agua, tener resistencia mecánica al uso (si es transitable) y ser estable a la temperatura y la humedad.

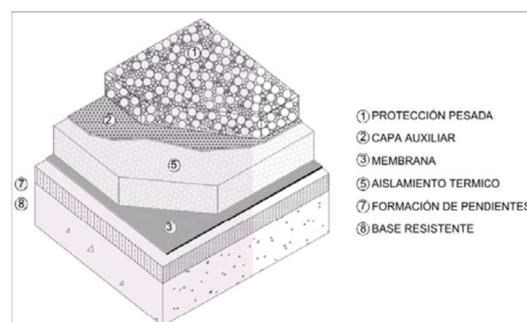


Figura 9. Esquema de cubierta invertida

- Sistema mediante aislamiento de espuma de Poliuretano Proyectado (PUR). Cubierta plana e inclinada.

Una vez reparados los desperfectos de las zonas donde se requiera, se procede a proyectar la espuma de poliuretano, aplicando una capa superior de elastómero o tela asfáltica para que proteja el aislamiento. Este sistema permite incorporar el aislante a los petos de cubierta.

- Sistema mediante aislamiento de espuma de Poliestireno extruido (XPS). Cubierta invertida transitable y no transitable.

Se colocan las placas de poliestireno sobre el mortero de formación de pendiente y la impermeabilización, protegiéndose con lámina de geotextil.

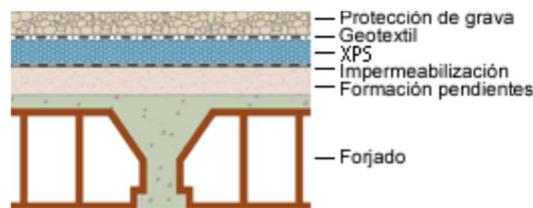


Figura 10. Azotea invertida no transitable

- Sistema mediante aislamiento de Poliestireno expandido (EPS). Cubierta inclinada bajo teja.

Opción recomendada para casos que es inaccesible la zona bajo cubierta. Requiere que se levante el tejado y una estructura auxiliar para fijar el aislamiento.

- Sistema mediante aislamiento de espuma Poliuretano (PUR) bajo teja.

Se proyecta la espuma bajo la teja en avance a la dirección de elevación de la cubierta para que no penetre el aislante (en su fase líquida) entre las tejas.

3.2.2. CUBIERTAS CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL INTERIOR

El aislamiento se incorpora por la parte inferior de la cubierta de modo que se evita el levantamiento el material de cubrición de la misma.

○ VENTAJAS

- Se posibilita la rehabilitación del interior.
- Adecuado si no se precisan arreglos superiores de la cubierta.
- Conveniente aislar por debajo si no se ocupa permanentemente el inmueble.
- Para edificios protegidos.

○ INCONVENIENTES

- Puede reducir la altura libre.
- No accesible para los usuarios durante el proceso.

Los principales sistemas utilizados son:

- Sistema mediante aislamiento de Lana Mineral (MW) y revestimiento de placas de yeso laminado.

Aporta mejora del aislamiento térmico y acústico, y una reducción del ruido de impactos, aunque se debe disponer de una altura libre necesaria para llevarlo a cabo.

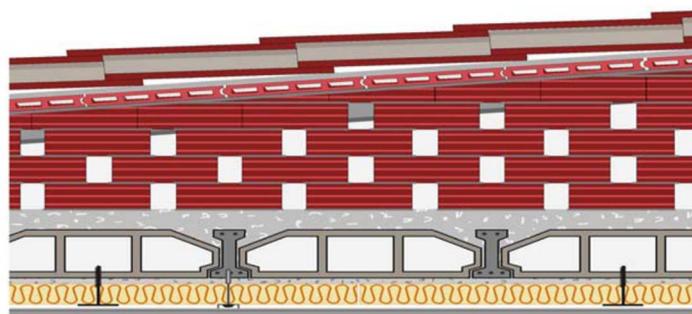


Figura 11. Aislamiento inferior mediante lana mineral

- Sistema mediante plancha de aislante de Poliestireno Extruido (XPS)

Se utiliza como aislante las planchas de poliestireno adosadas al paramento inferior de la cubierta y protegidas con placas de yeso laminado.

3.3. MEJORAS EN HUECOS

La mayor pérdida energética a través de la envolvente de las condiciones climáticas de invierno se produce a través de los huecos, por lo que se hace necesario analizar este apartado para un mayor confort térmico. La sustitución de ventanas y puertas puede tener un impacto importante sobre las pérdidas de calor invernales y las ganancias solares que se producen en verano en un edificio.

También se produce un gran impacto procedente de la reducción de las pérdidas por infiltración al minimizar las corrientes.

Los principales medidas correctoras a adoptar son las siguientes:

- Sustitución de vidrios.

Colocación de vidrios en carpinterías existentes con características específicas de aislamiento térmico adaptados a las exigencias del CTE-DB-HE1. (U máxima de 2,2 W/m²k y factor solar máximo 0.55 en zonas climáticas con fuerte radiación solar en verano).

Utilización de vidrios con cámara de aire. (Para máximo aislamiento usar 16 mm.)

- Sustitución de carpinterías.

Levantado de las carpinterías existentes e incorporación de otras nuevas con mayores prestaciones energéticas. Colocar marcos con rotura de puente térmico y dispositivos de protección solar. (Marco con U máxima de 2,2 W/m²k y permeabilidad clase 3)

- Colocación de dobles carpinterías.

3.4. MEJORAS EN SUELOS

Consiste en añadir una capa de aislamiento térmico a los suelos existentes de manera que se reduzca la transmitancia térmica.

La pérdida de calor a través de los suelos se puede reducir en un 80 % con la incorporación de un aislante.

Los principales sistemas que se aplican para implantar estas medidas correctoras sobre suelos son las siguientes:

- Colocación de aislante térmico por el exterior (bajo forjado o losa).

Se realizará si se dispone de altura suficiente e modo que se pueda instalar con toda seguridad el aislamiento. La elección del aislante dependerá de su resistencia mecánica, del contacto con el agua, resistencia al fuego, etc. Se fijarán al forjado o losa mediante fijaciones mecánicas y los acabados deberán ir protegidos mediante mallas de fibra de vidrio o tela de gallinero (en el caso de ser revocos o enfoscados) o con estructura auxiliar.

- Colocación de aislante térmico por el interior (sobre forjado o losa).

Se consigue aislar el forjado inferior desde el suelo de la vivienda. Es de fácil ejecución y se suele realizar cuando se ejecuta la sustitución del suelo existente.

Se producirá necesariamente la elevación de la cota libre de la planta baja, que se debe tener en cuenta para la accesibilidad.

La elección del aislante dependerá de su resistencia mecánica en especial, debido a que será sometido a esfuerzos mecánicos, del contacto con el agua, resistencia al fuego, etc. y se tendrá en cuenta la incorporación de barrera de vapor en los suelos en contacto con el aire exterior.

3.5. MEJORAS EN PUENTES TÉRMICOS

Se indican en este apartado las recomendaciones mínimas para reducir el efecto negativo que producen la mayoría de los puentes térmicos, siendo la mejor práctica a efectuar la eliminación correcta de los mismos.

Se consideran **puentes térmicos** las zonas de la envolvente edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación son:

- Puentes térmicos integrados en cerramientos.

Pilares integrados en cerramientos, cajas de persiana, contorno de huecos y lucernarios.
- Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos.

Frente de forjados en las fachadas, uniones de cubiertas con fachadas.
- Puentes térmicos formados por encuentro de pretilas con forjados.

Frente de forjados en las fachadas, uniones de cubiertas con fachadas.
- Uniones de fachada con cerramientos en contacto con el terreno.

Unión de fachada con losa o solera, o con muros.
- Esquinas o encuentro de fachadas.
- Encuentro de tabiquería interior con fachadas.

La principal medida de mejora para los puentes térmicos, es como se ha comentado, evitarlos con las buenas prácticas constructivas, de modo que se puedan evitar los puntos fríos en las paredes interiores, de forma que se eviten las incomodidades y la condensación interior. Tendremos especial atención con la utilización del aislante por el exterior y de que los elementos principales de la estructura no queden expuestos a la intemperie.

3.6. MEJORAS MEDIANTE INSTALACIÓN DE PROTECCIONES SOLARES

Se entiende por protección cualquier elemento o dispositivo (fijo o móvil) que impida total o parcialmente el paso de la radiación solar al interior de un espacio o de un local. Su misión es la de reducir la demanda energética mediante la mejora del uso que se hace de los elementos de sombra asociados a las superficies vidriadas.

La utilización de los elementos de sombra dependerá del estudio de la orientación del hueco en donde se vaya a colocar, la geometría de los elementos constructivos, la geografía del lugar, y la cantidad de radiación directa que pasa por el hueco.

Se pretende con estos elementos reducir la radiación solar incidente en el edificio a través de los acristalamientos, y que puede presentar el componente más importante de la demanda energética de verano. Del mismo modo se pretende mejorar la ganancia de aporte energético solar en invierno, de ahí que sea interesante la combinación de elementos fijos y móviles.

Los principales elementos usados como protecciones solares que mejoran la certificación energética del edificio existente serían:

- Colocación de pantallas rígidas. Voladizos, salientes y parasoles.
- Implantación de filtros solares. Celosías de lamas.

Son sistemas que permiten el paso de luz pero que a la vez atenúan, total o parcialmente, la radiación solar directa.

Existen infinidad de modelos en el mercado, dividiéndose principalmente en celosías de lamas fijas (poco mantenimiento y recomendadas para orientación sur) o lamas móviles (adaptan su posición y geometría a cualquier situación).

- Colocación de ventanas mallorquinas o contraventanas.
- Pantallas flexibles. Persianas y toldos.
- Protecciones interiores. Cortinas y contraventanas interiores (no son tan eficientes como las protecciones exteriores).
- Colocación de vegetación como protección solar.(Fachadas y cubiertas vegetales).